

# 熒光監察腦袋 看你怎麼思考

## 科學講堂

腦神經的運作模式，是近年研究的大課題：對於腦部是如何思考、如何與外界交流，大家都希望可以有更深入的了解。不過在探索、認識世界的時候，不知道各位有否這個感覺：倘若我們能夠直接量度被研究的對象、概念，我們的研究將會事半功倍，不然我們根本沒有足夠確切的數據去證明我們對研究課題的各種猜想。這個論調應用到腦神經研究之上，大家應該就會詢問：腦部神經的活動，我們有辦法可以直接量度、察看嗎？今天就和各位分享一下這個課題。

### 電極插入腦 量度腦訊號

在討論如何量度腦神經活動之前，我們先來整理一下要測量的究竟是什麼。人腦平均有1千2百億個神經元。每段神經元其實可以看成是一副小小的機器：每一個進入的訊號會在神經元中造成相對微弱的電壓，而每當神經元累積足夠的這樣的電壓，神經元就會發出一個強烈的訊號，稱為「動作電位」，以每秒150米的速度傳送到下一個神經元。要測量腦神經的活動，基本上就是量度這些強強弱弱的電壓。

由於神經訊號的本質是電壓，早期主要就是以前以電極去量度這些訊號：早在上世紀40年代，研究人員就將幼如頭髮的電極插入腦中，以便量度神經元的訊號。不過這個方法每次只能用於數條神經元之上，而且不能作長時間的監測。

也有研究人員將數段電極連接起來，因此而能夠同時量度多達200個神經元的訊息。不過這樣的裝置不能深入神經元的內部，所以只能夠測度到較強烈的動作電位，而對較弱的其他訊號（比如神經元接收到的電壓）就會「不聞不問」。



●科學家廣泛用熒光作實驗，圖為熒光染料劑。資料圖片

●腦神經的運作模式，是近年研究的大課題。資料圖片



### 轉化其他形式 發出熒光通知

到了上世紀60年代，科學家們開始嘗試另一種方法：與其直接量度神經電壓，不如將它們轉化為其他形式，例如轉化為熒光？科學家們發現，每當神經元發出動作電位，鈣離子都會流進神經元，研究人員因此開發出一種「顯示劑」。

這種顯示劑會與流進神經元的鈣離子結合，因之而發出熒光。這樣每當神經元有相關的活動，就會有熒光發出，好

讓我們量度。不過，這個方法只是間接地顯示出腦神經的電壓活動，也不能測量到其他神經元較微弱的活動。

近代蓬勃發展的基因工程技術，自然也被應用到這個課題之上。由1997年至今，科學家們已發展出超過20種相關的「顯示劑」：這些生化分子能夠更仔細地「監察」神經元中的微小電壓改變，繼而發出熒光讓適合的儀器量度。

利用基因工程技術，我們更可以「安

排」這些顯示劑只在一部分的神經元中出現，因而能夠只專心地研究某一些神經元的活動。時至今日，這樣的技術已被用於昆蟲、老鼠等腦袋之中。

現今科技的發展，已容許我們更準確地察看腦神經的電壓改變。科學家們正在努力研發，希望能再進一步實時測度神經訊號在腦中傳遞。這方面的努力，應該能讓我們對腦部的運作有更深入的了解呢。

●杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

## 整除性與同餘算術

### 奧數揭秘

這次談談整除性特質的來源，文章中的整除符號，用上了2|6的寫法，代表6能被2整除。

問題：對於十進制整數  $N = a_n a_{n-1} \dots a_2 a_1 a_0$ ，若  $8 | (4a_2 + 2a_1 + a_0)$ ，求證  $8 | N$ 。

答案：根據8的整除性，N能否被8整除，只需要留意它最右邊三個位，即  $\overline{a_2 a_1 a_0}$  組成的三位數，能否被8整除。用十進制展開後， $\overline{a_2 a_1 a_0} = 100a_2 + 10a_1 + a_0 = 8(12a_2 + a_1) + (4a_2 + 2a_1 + a_0)$ ，因此若  $8 | (4a_2 + 2a_1 + a_0)$ ，則有  $8 | \overline{a_2 a_1 a_0}$ ，故此  $8 | N$ 。

解題過程中，用上了8的整除性，然後留意到右邊三個位化成算式後，其中一部分是8的倍數，餘下部分剛好是題目中的算式  $(4a_2 + 2a_1 + a_0)$ 。若8能夠整除這算式，則8能整除原本的整數N。

談起這個8的整除性，小學時可能只是知道有這回事，但未必完全明白為什麼這樣。舉例來說，比如五位數12344，可以寫成  $12 \times 1000 + 344$ ，千位或以上的部分，即算式中的12，會乘上1000，而1000是8的倍數，因此原數能否被8整除，只需要留意右邊三個位，即344能否被8整除就可以了。

這點整除性的等質，8和4是類似的，4就是留意整數右邊兩個位的情況，比如3456，就是看看右邊的56能否被4的整除。在剛才討論的題目來看，若果討論的不是8，而是4，也會有類似的性質。條件會跟原數N的十位與個位有關，即  $\overline{a_1 a_0}$  有關，而跟百位  $a_2$  無關。仔細點來說，就是  $\overline{a_1 a_0} = 10a_1 + a_0 = 4(2a_1) + (2a_1 + a_0)$ ，因此若  $4 | (2a_1 + a_0)$ ，就有  $4 | N$ 。

進一步來說，若果覺得8和4都比較基本，也可以想想16的情況，那個條件是留意  $8a_2 + 4a_1 + a_0$ 。

關於整除性來說，以上討論8、4和16之中，或者小學時談到3、6和9，大致的想法都是用

了同餘算術。即是說，就像所討論的題目中，原數N和  $(4a_2 + 2a_1 + a_0)$  除以8的餘數相同，用這個來考慮整除性。

有些較複雜的情況，好像談起7的整除性，有個想法是這樣的：以623為例子，把個位的3拿出來乘以2得6，然後把十位及左方的62，減去6，得  $62 - 6 = 56$ ，是7的倍數，由此得知原數是7的倍數。這個先截出個位，再用左方的數減去個位乘以2的想法，可以反覆使用，直至數字細到容易判斷為止。

這個7的整除性的判斷方法，基本上也是同餘算術，若原數把十位或以上的記為a，個位為b，則原數就是  $10a + b$ ，而經過處理後的數，就是  $a - 2b$ ，兩數看來除以7也是不同餘數的，不過隱藏着一個關係，就是  $2(10a + b) + (a - 2b) = 21a$ 。這道算式中會留意到，若果7能整除  $a - 2b$ ，由於  $21a$  是7的倍數， $2(10a + b)$  都是7的倍數，故此  $(10a + b)$  也是7的倍數。

上邊的敘述，用上文字時挺繁複，要是用同餘的符號就簡潔多了，而且用上了相關的同餘算術時，能發現的各種整除特徵也非常豐富。比如留意到  $2(10a + b) + (a + 5b) = 7(3a + b)$ ，就會知道把十位或以上的數，加上乘以5後的個位，反覆計算也能判斷7的整除性。

●張志基

## 每月垃圾「賬單」 關注校園減廢

### 綠得開心@校園

我校環保政策的願景是透過教育、實踐、環境塑造，讓學生培育出環保的理念及環保習慣，活出綠色人生。我們得到社會上很多熱心人的幫助和分享，讓一眾師生在「環保、綠化、可持續發展、低碳生活」等議題上，能夠有多角度的學習和思考。

在「環保措施」方面，我們重視師生的實際「體驗」。校內重點環保實踐行動之一，就是參與由「基督教家庭服務中心」主辦的「減廢在校園」，讓大學生先體驗政府計劃在全港推行的「都市固體廢物收費」。

連續六個月的活動中，除了垃圾量、模擬收費等數據收集，作出分析和定下結論外，我們還設計了「Re也 Re物」物品再生日、秋祭漂書日，又有場講座和升級再造工作坊。學生在連串活動和分享後，自省和減廢的習慣也漸漸地建立起來。大家對這份每月月初寄到校園的「賬單」，也多了一份關注。最終，六個月測試期後，相比本校的初始數據，平均每日人均垃圾量減幅約26%，成效顯著。在這計劃中，我校榮獲「減廢在校園」銀獎，以示表揚。

我們亦參與由「大學資助委員會」主辦的「大學生 STEM 創客計劃」。「計劃」希望從不同層面推動STEM教育，藉以培育人才，推動經濟發展及解決社會民生問題。我們的主題方向是解決紙包飲品盒帶來的環保問題，參與學生須學習以三維繪圖軟件設計及立體打印技術，把收集回來的飲品紙盒，製成



●學生於香港工程師學會舉辦的「工程師體驗巡禮」中展示得獎作品，與市民分享交流。作者供圖

元件，加上創意，堆砌成小巧玩意。我們合共舉辦了五次STEM工作坊，其中一次，我與學生與一群活潑天真的小學生，把彼此的設計融合起來，同場交流……真是一次難忘的學習經歷。

在活動後的評估中，我們見到學生的環保意識明顯提升了不少。此外，五位大學師兄師姐把我們的創作成果，在「大學生 STEM 創客計劃專項展覽暨頒獎典禮」中分享，更贏得了不少掌聲和好評。

校園以外，學生也漸漸從「聽眾」變成「分享者」，並以環保攤位、短片製作和「小發明」等，喚起大眾對環保的關注和實踐。我所指的「小發明」，就是由港燈主辦「綠色能源夢成真」比賽中，我們奪得季軍的項目：「『轉出』綠色生活」。我們的夢想是協助社會上的弱勢社群，就如獨居長者、視障人士、低收入家庭

等，能夠善用電能，過一個「綠色生活」。我們構思一個簡單、輕便的檢測系統，使用者可以隨時檢查，即時知道家中電器是否妥善關上，既能夠減省生活的開支，又能協助地球的環保工程。

課程方面，我們已於本學年，展開一個名為「思·創·好世界」的跨學科學習課程，探究的主題是「氣候變化」。中二全級學生在五十多位高中學兄學姊的指導下，提升對社會、環境及全球現象的認識。學生分組建構解讀圖及以「模型」解釋他們的智能環保裝置。整個項目仍在進行中，學習成果拭目以待。

很感恩，我們透過不同的形式和場合，令不同持份者的努力和付出得到認同。我們願意更加謙卑，向一眾關愛地球的同路人好好學習、交流，繼續同心同行。

●香港聖公會何明華會督中學

(港燈綠得開心計劃「綠得開心學校」之一)

港燈綠得開心計劃，致力教導年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣，目前已有四百多間全港中小學校加入「綠得開心」學校網絡。如欲了解詳情，歡迎致電3143 3727或登入 [www.hkelectric.com/happygreencampaign](http://www.hkelectric.com/happygreencampaign)。

簡介：奧校於1995年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海外重要大賽。詳情可瀏覽：[www.hkmos.org](http://www.hkmos.org)。

